

PA5045US

日 本 国 特 許
JAPAN PATENT OFFICE

Hirokazu KAMEYAMA, et al. Q77095
VIDEO IMAGE SYNTHESIS...
Filing Date: August 25, 2003
Darryl Mexic 202-663-7909

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 9月27日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-284126

[ST.10/C]:

[JP2002-284126]

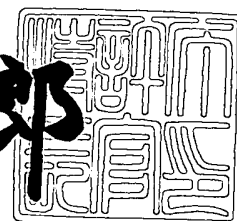
出 願 人
Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社

2003年 4月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3028672

【書類名】 特許願

【整理番号】 P27185J

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G06T 3/40

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 伊藤 渡

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 亀山 祐和

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動画像合成方法および装置並びにプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動画像の連続する、基準フレームを含む 2 以上の所定の枚数のフレームをサンプリングし、

前記基準フレーム上に 1 つまたは複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、

該基準パッチと同様のパッチを前記所定の枚数のフレームのうちの他のフレーム上に配置し、

該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と略一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、

該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレームの夫々のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を夫々求め、

求められた前記対応関係に基づいて前記所定の枚数のフレームから合成フレームを作成する動画像合成方法において、

前記動画像および／または作成しようとする前記合成フレームの画像特性に基づいて前記所定の枚数を決定して該所定の枚数のフレームをサンプリングすることを特徴とする動画像合成方法。

【請求項 2】 前記基準フレームに近い他のフレームから順に、前記対応関係を求めると共に、前記対応関係が求められる前記他のフレームと前記基準フレームとの相関を求めていき、

前記相関が所定の閾値より低くなったフレームにおいて、前記対応関係を求める処理を中止し、

求められた前記対応関係に基づいて、前記基準フレームおよび前記対応関係が求められた前記他のフレームを用いて前記合成フレームを作成することを特徴とする請求項 1 記載の動画像合成方法。

【請求項 3】 動画像の連続する、基準フレームを含む 2 以上の所定の枚数のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

前記基準フレーム上に1つまたは複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを前記所定の枚数のフレームのうちの他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と略一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレームの夫々のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を夫々求める対応関係求出手段と、

該対応関係求出手段により求められた前記対応関係に基づいて前記所定の枚数のフレームから合成フレームを作成するフレーム統合手段とを備えてなる動画像合成装置であって、

前記サンプリング手段が、前記動画像および／または作成しようとする前記合成フレームの画像特性に基づいて前記所定の枚数を決定するフレーム枚数決定手段を備え、該フレーム枚数決定手段に決定された前記所定の枚数のフレームをサンプリングするものであることを特徴とする動画像合成装置。

【請求項4】 前記対応関係求出手段が、前記基準フレームに近い他のフレームから順に、前記対応関係を求めるものであり、

前記対応関係求出手段により前記対応関係が求められる前記他のフレームと前記基準フレームとの相関を求めると共に、前記相関が所定の閾値より低くなったフレームから、前記対応関係求出手段の処理を中止する中止手段とを備え、

前記フレーム統合手段が、求められた前記対応関係に基づいて、前記基準フレームおよび前記対応関係が求められた前記他のフレームを用いて前記合成フレームを作成するものであることを特徴とする請求項3記載の動画像合成装置。

【請求項5】 動画像および／または該動画像の複数のフレームから作成しようとする合成フレームの画像特性に基づいて、合成に使用する前記フレームの枚数を決定する枚数決定処理と、

前記動画像の連続する、基準フレームを含む前記枚数のフレームをサンプリングするサンプリング処理と、

前記基準フレーム上に1つまたは複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを前記枚数のフレームのうちの他のフレーム上に

配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と略一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレームの夫々のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を夫々求める対応関係求出处理と、

求められた前記対応関係に基づいて前記枚数のフレームから合成フレームを作成するフレーム統合処理とをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 6】 前記対応関係求出处理が、前記基準フレームに近い他のフレームから順に、前記対応関係を求めるものであり、

前記対応関係が求められる前記他のフレームと前記基準フレームとの相関を求めると共に、前記相関が所定の閾値より低くなったフレームから、前記対応関係を求める処理を中止する中止処理をさらにコンピュータに実行させるものであることを特徴とする請求項 5 記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動画像の連続する複数のフレームを統合して、これら複数のフレームよりも高解像度の合成フレームを作成することができる動画像合成方法および装置並びに動画像合成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、デジタルビデオカメラの普及により、動画像を 1 フレーム単位で扱うことが可能となっている。このような動画像のフレームをプリント出力する際には、画質を向上させるためにフレームを高解像度にする必要がある。このため、動画像から複数のフレームをサンプリングし、サンプリングした複数のフレームを統合することにより、これらのフレームよりも高解像度の 1 の合成フレームを作成する方法が提案されている。

【0003】

動画像の複数のフレームを統合する際に必要とされるのは、動領域における各フレーム間の画素の対応関係を求めることである。これには通常、ブロックマッチング法や勾配法が用いられるが、従来のブロックマッチング法は、ブロック内の動き量が同一方向であることを仮定したものであるため、回転、拡大、縮小、変形といった様々な動きに対応する柔軟性に欠けている上に、処理時間がかかり、実用的ではないという問題がある。一方、勾配法は、従来のブロックマッチング法と比較して安定に解を求めることができないという問題がある。これらの問題を克服した方法としては、統合される複数のフレームのうちの1つのフレームを基準フレームとし、基準フレームに1または複数の矩形領域からなる基準パッチを、基準フレーム以外の他のフレームに基準パッチと同様のパッチを配置し、パッチ内の画像が基準パッチ内の画像と一致するようにパッチを他のフレーム上において移動および／または変形し、移動および／または変形後のパッチおよび基準パッチに基づいて、他のフレーム上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ内の画素との対応関係を求めて複数フレームを精度よく合成する方法が提案されている（非特許文献1参照）。

【0004】

非特許文献1の方法においては、基準フレームと他のフレームとの対応関係を求め、求めた後、他のフレームと基準フレームとを、最終的に必要な解像度を有する統合画像上に割り当てることにより、高精細な合成フレームを得ることができる。

【0005】

【非特許文献1】

「フレーム間統合による高精細デジタル画像の獲得」，中沢祐二、小松隆、斉藤隆弘，テレビジョン学会誌，1995年，Vol. 49，No. 3，p299-308

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、非特許文献1に記載された方法においては、動画像から複数のフレー

ムをサンプリングする際に、基準フレームを含むどの範囲のフレーム、すなわち、基準フレームを含む何枚までのフレームを統合に使用するフレームとすることについては、操作者の手動により設定されることになっている。操作者に画像処理の知識を要求すると共に、手間がかかるという問題がある。また、操作者の手動により設定されるので、操作者の主観が入り、必ずしも客観的に適切な範囲を得ることができず、合成フレームの品質に悪い影響を与えてしまうという問題がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記事情を鑑みなされたものであり、動画像の複数のフレームを統合して合成フレームを作成する際に、簡単かつ客観的に適切なフレーム範囲を決定し、品質の良い合成フレームを作成することが可能な動画像合成方法および装置並びにプログラムを提供することを目的とするものである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明の動画像合成方法は、動画像の連続する、基準フレームを含む2以上の所定の枚数のフレームをサンプリングし、

前記基準フレーム上に1つまたは複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、

該基準パッチと同様のパッチを前記所定の枚数のフレームのうちの他のフレーム上に配置し、

該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と略一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、

該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレームの夫々のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を夫々求め、

求められた前記対応関係に基づいて前記所定の枚数のフレームから合成フレームを作成する動画像合成方法において、

前記動画像および／または作成しようとする前記合成フレームの画像特性に基づいて前記所定の枚数を決定して該所定の枚数のフレームをサンプリングするこ

とを特徴とするものである。

【0009】

ここで、動画像の画像特性とは、動画像から合成フレームを作成する際に合成フレームの品質に影響を与える可能性のある特性を意味し、例えば、動画像の各フレームの画素サイズや解像度、動画像のフレームレート、動画像の圧縮率などを例として挙げることができる。同様に、作成しようとする合成フレームの画像特性とは、該合成フレームを作成するのにサンプリングするフレームの数、若しくは必要とするフレームの数を決定する上で影響を与える可能性のある特性を意味し、例えば、作成しようとする合成フレームの画素サイズや解像度などを例として挙げることができる。また、直接的ではないが、例えば作成しようとする合成フレームの画素サイズが、前記動画像のフレームの画素サイズに対する倍率なども、間接的に前記動画像および作成しようとする前記合成フレームの画像特性である。

【0010】

本発明の動画像合成方法において、前記画像特性を取得する方式としては、必要な画像特性を取得することができればいかなる方式であってもよく、例えば、動画像の画像特性としては、動画像のタグなどの付属情報を読み取って取得するようにしてもよいし、操作者により入力された値を用いるようにしてもよく、作成しようとする合成フレームの画像特性としては、操作者により入力された値を用いてよいし、固定した目標値を用いるようにしてもよい。

【0011】

本発明の画像処理方法は、前記基準フレームに近い他のフレームから順に、前記対応関係を求めると共に、前記対応関係が求められる前記他のフレームと前記基準フレームとの相関を求めていき、

前記相関が所定の閾値より低くなったフレームにおいて、前記対応関係を求める処理を中止し、

求められた前記対応関係に基づいて、前記基準フレームおよび前記対応関係が求められた前記他のフレームを用いて前記合成フレームを作成することが好ましい。

【 0 0 1 2 】

ここで、「基準フレームに近い他のフレームから順に」とは、例えば、サンプリングされた複数のフレームにおける基準フレームの時系列的な位置が先頭または末端であれば、「基準フレームより時系列的に早い他のフレームから順に」または「基準フレームより時系列的に遅い他のフレームから順に」とのことを意味するが、サンプリングされた複数のフレームにおける基準フレームの時系列的な位置が先頭および末端ではなければ、「基準フレームより時系列的に早い他のフレームから順に」と「基準フレームより時系列的に遅い他のフレームから順に」との夫々両方のことを意味する。

【 0 0 1 3 】

本発明の動画像合成装置は、動画像の連続する、基準フレームを含む2以上の所定の枚数のフレームをサンプリングするサンプリング手段と、

前記基準フレーム上に1つまたは複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを前記所定の枚数のフレームのうちの他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と略一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレームの夫々のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を夫々求める対応関係求出手段と、

該対応関係求出手段により求められた前記対応関係に基づいて前記所定の枚数のフレームから合成フレームを作成するフレーム統合手段とを備えてなる動画像合成装置であって、

前記サンプリング手段が、前記動画像および／または作成しようとする前記合成フレームの画像特性に基づいて前記所定の枚数を決定するフレーム枚数決定手段を備え、該フレーム枚数決定手段に決定された前記所定の枚数のフレームをサンプリングするものであることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

本発明の動画像合成装置は、前記対応関係求出手段の処理を中止する中止手段をさらに備え、

前記対応関係求出手段が、前記基準フレームに近い他のフレームから順に、前記対応関係を求めるものであり、

前記中止手段が、前記対応関係求出手段により前記対応関係が求められる前記他のフレームと前記基準フレームとの相関を求めると共に、前記相関が所定の閾値より低くなったフレームから、前記対応関係求出手段の処理を中止するものであり、

前記フレーム統合手段が、求められた前記対応関係に基づいて、前記基準フレームおよび前記対応関係が求められた前記他のフレームを用いて前記合成フレームを作成するものであることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

本発明のプログラムは、動画像および／または該動画像の複数のフレームから作成しようとする合成フレームの画像特性に基づいて、合成に使用する前記フレームの枚数を決定する枚数決定処理と、

前記動画像の連続する、基準フレームを含む前記枚数のフレームをサンプリングするサンプリング処理と、

前記基準フレーム上に1つまたは複数の矩形領域からなる基準パッチを配置し、該基準パッチと同様のパッチを前記枚数のフレームのうちの他のフレーム上に配置し、該パッチ内の画像が前記基準パッチ内の画像と略一致するように、該パッチを前記他のフレーム上において移動および／または変形し、該移動および／または変形後のパッチおよび前記基準パッチに基づいて、前記他のフレームの夫々のフレーム上の前記パッチ内の画素と前記基準フレーム上の前記基準パッチ内の画素との対応関係を夫々求める対応関係求出处理と、

求められた前記対応関係に基づいて前記枚数のフレームから合成フレームを作成するフレーム統合処理とをコンピュータに実行させることを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

前記対応関係求出处理が、前記基準フレームに近い他のフレームから順に、前記対応関係を求めるものであり、本発明のプログラムは、前記対応関係が求められる前記他のフレームと前記基準フレームとの相関を求めると共に、前記相関が

所定の閾値より低くなったフレームから、前記対応関係を求める処理を中止する中止処理をさらにコンピュータに実行させるものであることが好ましい。

【0017】

【発明の効果】

本発明の動画像合成方法および装置によれば、動画像の複数の連続するフレームをサンプリングして合成フレームを作成する際に、動画像および／または合成しようとする合成フレームの画像特性に基づいてサンプリングするフレームの数を決定するようにしているので、操作者が手動でフレームの数を決定する必要がなく、便利である。また、動画像および／または作成しようとする合成フレームの画像特性に基づいてフレームの数を決定することによって、客観的に適切なフレームの数を決定することができるので、高品質の合成フレームを作成することができる。

【0018】

本発明の動画像合成方法および装置において、決定されたフレームの数のフレームをサンプリングし、これらのフレームに対して、基準フレームに近い基準フレーム以外の他のフレームから順に、他のフレーム上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ上内の画素との対応関係を求めると共に、他のフレームと基準フレームとの相関を求めていき、相関が所定の閾値より大きければ、次の他のフレームに対して対応関係を求める処理を続行するが、相関が所定の閾値より低くなったフレームを検出すると、決定されたフレームの数に到達していなくても、このフレーム以降の他のフレームに対する対応関係求出処理を中止するようにすることによって、基準フレームと相関が低いフレーム（例えば基準フレームのシーンと切り替わったシーンにフレーム）を用いて合成フレームを作成することを避けることができ、より高品質の合成フレームを作成することが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0020】

図 1 は、本発明の実施形態となる動画像合成装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、本実施形態による動画像合成装置は、入力された動画像データ M 0 から複数のフレームをサンプリングするサンプリング手段 1 と、後述する対応関係求出手段 2 の処理を中止させる中止手段 1 0 と、サンプリング手段 1 によりサンプリングした複数のフレームのうち、中止手段 1 0 により中止されるフレームまでのフレーム（中止されなければ複数のフレーム全部）に対して、基準となる 1 つの基準フレームの画素および基準フレーム以外の他のフレームの画素の対応関係を、基準フレームに近い他のフレームから順に求める対応関係求出手段 2 と、対応関係求出手段 2 により求められた対応関係に基づいて、対応関係が求められた他のフレームを夫々基準フレームの座標空間上に座標変換して座標変換済みフレームを取得する座標変換手段 3 と、対応関係求出手段 2 において求められた対応関係に基づいて、対応関係が求められた他のフレームに対して補間演算を施して各フレームよりも解像度が高い第 1 の補間フレームを取得する時空間補間手段 4 と、基準フレームに対して補間演算を施して各フレームよりも解像度が高い第 2 の補間フレームを取得する空間補間手段 5 と、夫々の座標変換済みフレームと基準フレームとの相関を表す相関値を算出する相関値算出手段 6 と、第 1 の補間フレームと第 2 の補間フレームとを重み付け加算するための重み係数を相関値算出手段 6 において算出された相関値に基づいて算出する重み算出手段 7 と、重み算出手段 7 において算出された重み係数に基づいて第 1 および第 2 の補間フレームを重み付け加算して合成フレーム F r G を取得する合成手段 8 とを備える。なお、座標変換手段 3 と、時空間補間手段 4 と、空間補間手段 5 と、相関値算出手段 6 と、重み算出手段 7 と、合成手段 8 とは、請求項記載のフレーム統合手段に当たるものである。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、図 1 に示す動画像合成装置におけるサンプリング手段 1 の構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、サンプリング手段 1 は、合成フレームの画素サイズが動画像の 1 フレームの画素サイズに対する倍率、動画像のフレームレート、および動画像の圧縮クオリティと、サンプリングすべきフレームの数 S とを対応付けて作成されたフレーム数決定テーブルを記憶した記憶手段 1 2 と、

実際に作成しようとする合成フレーム F r G の画素サイズが動画像の 1 フレームの画素サイズに対する倍率、動画像データ M 0 のフレームレート、および動画像データ M 0 の圧縮クオリティを入力させるための条件設定手段 1 4 と、記憶手段 1 2 に記憶されたフレーム数決定テーブルを参照し、条件設定手段 1 4 を介して入力された倍率、フレームレート、圧縮クオリティに対応した、サンプリングすべきフレームの数 S を検出して、S 枚の連続したフレームを動画像データ M 0 からサンプリングするサンプリング実行手段 1 6 とを備えてなるものである。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、図 2 に示すサンプリング手段 1 の記憶手段 1 2 に記憶されたフレーム数決定テーブルの 1 例を示している。図示の例は、下記の式 (1) に従って、様々な倍率、フレームレート、圧縮クオリティの組み合わせから、この組み合わせに対応してサンプリングすべきフレームの数 S を求めたものである。

【 0 0 2 3 】

$$S = \min (S 1 , S 2 \times S 3)$$

$$S 1 = \text{フレームレート} \times 3 \quad (1)$$

$$S 2 = \text{倍率} \times 1 . 5$$

$$S 3 = 1 . 0 \text{ (高圧縮クオリティ)}$$

$$S 3 = 1 . 2 \text{ (中圧縮クオリティ)}$$

$$S 3 = 1 . 5 \text{ (低圧縮クオリティ)}$$

即ち、フレームレートが大きければフレームの数 S が多く、倍率が大きければフレームの数 S が多く、圧縮クオリティが低ければフレームの数 S が多くなる傾向でフレームの数が求められている。

【 0 0 2 4 】

サンプリング手段 1 は、サンプリングした S 枚のフレームを対応関係求出手段 2 に出力し、対応関係求出手段 2 は、この S 枚のフレーム (中止手段 1 0 により中止されれば、この S 枚のフレームのうち中止されたフレームまでのフレーム) のうちの基準フレームの画素および他のフレームの画素の対応関係を、基準フ

フレームに近い他のフレームから順に求める。ここで対応関係求出手段2の動作を説明する。なお、動画像データM0はカラーの動画像を表すものであり、各フレームはY, Cb, Crの輝度色差成分からなるものとする。また、以降の説明において、Y, Cb, Crの各成分に対して処理が行われるが、行われる処理は全ての成分について同様であるため、本実施形態においては輝度成分Yの処理について詳細に説明し、色差成分Cb, Crに対する処理については説明を省略する。

【0025】

サンプリング手段1から出力されてきたS枚のフレームは、例として1つの基準フレームFrNを先頭にして、基準フレームFrNに近い順からFrN+1, FrN+2... FrN+(S-1)のように連続して並んだものである。ここで、フレームFrN+1と基準フレームFrNとを例にして対応関係求出手段2の動作を説明する。なお、以降では、作成しようとする合成フレームFrGはサンプリングしたフレームの縦横それぞれ2倍（倍率が4倍となる）の画素数を有する場合について説明するが、n倍（n：正数）の画素数を有するものであってもよい。

【0026】

対応関係求出手段2は、以下のようにしてフレームFrN+1と基準フレームFrNとの対応関係を求める。図4はフレームFrN+1と基準フレームFrNとの対応関係の求出手段を説明するための図である。なお、図4において、基準フレームFrNに含まれる円形の被写体が、フレームFrN+1においては図面上右側に若干移動しているものとする。

【0027】

まず、対応関係求出手段2は、基準フレームFrN上に1または複数の矩形領域からなる基準パッチP0を配置する。図4(a)は、基準フレームFrN上に基準パッチP0が配置された状態を示す図である。図4(a)に示すように、本実施形態においては、基準パッチP0は4×4の矩形領域からなるものとする。次いで、図4(b)に示すように、フレームFrN+1の適当な位置に基準パッチP0と同様のパッチP1を配置し、基準パッチP0内の画像とパッチP1内の

画像との相関を表す相関値を算出する。なお、相関値は下記の式(2)により平均二乗誤差として算出することができる。また、座標軸は紙面左右方向にx軸、紙面上下方向にy軸をとるものとする。

【0028】

【数1】

$$E = \frac{1}{N} \sum_i^N (p_i - q_i)^2 \quad (2)$$

但し、E：相関値

p_i, q_i ：基準パッチP0、P1内にそれぞれ対応する画素の画素値

N：基準パッチP0およびパッチP1内の画素数

次いで、フレームFrN+1上のパッチP1を上下左右の4方向に一定画素±Δx, ±Δy移動し、このときのパッチP1内の画像と基準フレームFrN上の基準パッチP0内の画像との相関値を算出する。ここで、相関値は上下左右方向のそれぞれについて算出され、各相関値をそれぞれE(Δx, 0), E(-Δx, 0), E(0, Δy), E(0, -Δy)とする。

【0029】

そして、移動後の4つの相関値E(Δx, 0), E(-Δx, 0), E(0, Δy), E(0, -Δy)から相関値が小さく(すなわち相関が大きくなる)勾配方向を相関勾配として求め、この方向に予め設定した実数値倍だけ図4(c)に示すようにパッチP1を移動する。具体的には、下記の式(3)により係数C(Δx, 0), C(-Δx, 0), C(0, Δy), C(0, -Δy)を算出し、これらの係数C(Δx, 0), C(-Δx, 0), C(0, Δy), C(0, -Δy)から下記の式(4), 式(5)により相関勾配gx, gyを算出する。

【0030】

【数 2】

$$c(\Delta x, \Delta y) = \sqrt{E(\Delta x, \Delta y)} / 255 \quad (3)$$

$$g_x = \frac{c(\Delta x, 0) - c(-\Delta x, 0)}{2} \quad (4)$$

$$g_y = \frac{c(0, \Delta y) - c(0, -\Delta y)}{2} \quad (5)$$

そして、算出された相関勾配 g_x , g_y に基づいてパッチ P 1 の全体を $(-\lambda_1 g_x, -\lambda_1 g_y)$ 移動し、さらに上記と同様の処理を繰り返すことにより、図 4 (d) に示すようにパッチ P 1 がある位置に収束するまで反復的にパッチ P 1 を移動する。ここで、 λ_1 は収束の速さを決定するパラメータであり、実数値をとるものとする。なお、 λ_1 をあまり大きな値とすると反復処理により解が発散してしまうため、適当な値（例えば 10）を選ぶ必要がある。

【0 0 3 1】

さらに、パッチ P 1 の格子点を座標軸に沿った 4 方向に一定画素移動させる。このとき、移動した格子点を含む矩形領域は例えば図 5 に示すように変形する。そして、変形した矩形領域について基準パッチ P 0 の対応する矩形領域との相関値を算出する。この相関値をそれぞれ $E_1(\Delta x, 0)$, $E_1(-\Delta x, 0)$, $E_1(0, \Delta y)$, $E_1(0, -\Delta y)$ とする。

【0 0 3 2】

そして、上記と同様に、変形後の 4 つの相関値 $E_1(\Delta x, 0)$, $E_1(-\Delta x, 0)$, $E_1(0, \Delta y)$, $E_1(0, -\Delta y)$ から相関値が小さく（すなわち相関が大きく）なる勾配方向を求め、この方向に予め設定した実数値倍だけパッチ P 1 の格子点を移動する。これをパッチ P 1 の全ての格子点について行い、これを 1 回の処理とする。そして格子点の座標が収束するまでこの処理を繰り返す。

【0 0 3 3】

これにより、パッチ P 1 の基準パッチ P 0 に対する移動量および変形量が求まり、これに基づいて基準パッチ P 0 内の画素とパッチ P 1 内の画素との対応関係

を求めることができる。

【0034】

対応関係求出手段2は、このようにしてサンプリング手段1から出力されてきたS枚のフレームに対して、基準フレーム FrN に近いフレームからの順、即ち $FrN+1$, $FrN+2$, . . . の順に対応関係を求めるが、中止手段10により中止されたときは、中止されたフレームから以降のフレームに対する対応関係の求出を中止する。

【0035】

図6は、中止手段10の構成を示すブロック図である。図示のように、中止手段10は、対応関係求出手段2により処理中のフレームと基準フレームとの相関を求める相関取得手段22と、相関取得手段22により求められた相関が所定の閾値以上であれば、対応関係求出手段2の処理を中止しないが、相関が所定の閾値より低ければ、対応関係求出手段2による処理中のフレーム以降のフレームに対する対応関係の求出を中止する。

【0036】

本実施形態において、相関取得手段22は、対応関係求出手段2において1つのフレームに対して算出された、収束時の相関値Eの和を、このフレームと基準フレームとの相関値として用い、この相関値が所定の閾値より高ければ（すなわち、相関が所定の閾値より低くければ）、対応関係求出手段2の処理を中止させ、すなわち、処理中のフレーム以降のフレームに対する対応関係の求出処理を中止させる。

【0037】

座標変換手段3などからなるフレーム統合手段は、対応関係求出手段2により求められた対応関係に基づいて、基準フレームおよび、基準フレームとの対応関係が求められた他のフレームを用いて合成フレームを作成するものである。説明上の便宜のため、まず、対応関係求出手段2により対応関係が求められたフレームは $FrN+1$ のみであると仮定して、フレーム統合手段の動作を説明する。

【0038】

座標変換手段3は以下のようにしてフレーム $FrN+1$ を基準フレーム FrN

の座標空間に座標変換して座標変換済みフレーム $F_r T_0$ を取得する。なお、以降の説明においては、基準フレーム $F_r N$ の基準パッチ P_0 内の領域およびフレーム $F_r N+1$ のパッチ P_1 内の領域についてのみ変換、補間演算および合成が行われる。

【0039】

本実施形態においては、座標変換は双1次変換を用いて行うものとする。双1次変換による座標変換は、下記の式(6)、(7)により定義される。

【0040】

【数3】

$$x = (1-u)(1-v)x_1 + (1-v)ux_2 + (1-u)vx_3 + uvx_4 \quad (6)$$

$$y = (1-u)(1-v)y_1 + (1-v)uy_2 + (1-u)vy_3 + uvy_4 \quad (7)$$

式(6)、(7)は、2次元座標上の4点 (x_n, y_n) ($1 \leq n \leq 4$) で与えられたパッチ P_1 内の座標を、正規化座標系 (u, v) ($0 \leq u, v \leq 1$) によって補間するものであり、任意の2つの矩形内の座標変換は、式(6)、(7)および式(6)、(7)の逆変換を組み合わせることにより行うことができる。

【0041】

ここで、図7に示すように、パッチ P_1 (x_n, y_n) 内の点 (x, y) が対応する基準パッチ P_0 (x'_n, y'_n) 内のどの位置に対応するかを考える。まずパッチ P_1 (x_n, y_n) 内の点 (x, y) について、正規化座標 (u, v) を求める。これは式(6)、(7)の逆変換により求める。そしてこのときの (u, v) と対応する基準パッチ P_0 (x'_n, y'_n) を元に、式(6)、(7)から点 (x, y) に対応する座標 (x', y') を求める。ここで、点 (x, y) が本来画素値が存在する整数座標であるのに対し、点 (x', y') は本来画素値が存在しない実数座標となる場合があるため、変換後の整数座標における画素値は、基準パッチ P_0 の整数座標に隣接する8近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に変換された座標 (x', y') の画素値の荷重和として求めるものとする。

【 0 0 4 2 】

具体的には、図 8 に示すように基準パッチ P 0 上における整数座標 $b(x, y)$ について、その 8 近傍の整数座標 $b(x-1, y-1)$, $b(x, y-1)$, $b(x+1, y-1)$, $b(x-1, y)$, $b(x+1, y)$, $b(x-1, y+1)$, $b(x, y+1)$, $b(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に変換されたフレーム $Fr N+1$ の画素値に基づいて算出する。ここで、フレーム $Fr N+1$ の m 個の画素値が 8 近傍の画素に囲まれる領域内に変換され、変換された各画素の画素値を $It_j(x^\circ, y^\circ)$ ($1 \leq j \leq m$) とすると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $It(x^\wedge, y^\wedge)$ は、下記の式 (8) により算出することができる。なお、式 (8) において ϕ は荷重和演算を表す関数である。

【 0 0 4 3 】

【数 4】

$$\begin{aligned}
 It(x^\wedge, y^\wedge) &= \phi(It_j(x^\circ, y^\circ)) \\
 &= \{(W1 \times It_1(x^\circ, y^\circ) + W2 \times It_2(x^\circ, y^\circ) + \dots + Wm \times It_m(x^\circ, y^\circ))\} / (W1 + W2 + \dots + Wk) \\
 &= \frac{\sum_{j=1}^m Wi \times It_j(x^\circ, y^\circ)}{\sum_{j=1}^m Wi} \quad (8)
 \end{aligned}$$

但し、 Wi ($1 \leq j \leq m$) : 画素値 $It_j(x^\circ, y^\circ)$ が割り当てられた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

ここで、簡単のため、図 8 を用いて 8 近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム $Fr N+1$ の 2 つの画素値 It_1 , It_2 が変換された場合について考えると、整数座標 $b(x, y)$ における画素値 $It(x^\wedge, y^\wedge)$ は下記の式 (9) により算出することができる。

【 0 0 4 4 】

【数 5】

$$It(x^\wedge, y^\wedge) = \frac{1}{W1 + W2} = (W1 \times It_1 + W2 \times It_2) \quad (9)$$

但し、 $W1 = u \times v$ 、 $W2 = (1 - s) \times (1 - t)$

以上の処理をパッチ P 1 内の全ての画素について行うことにより、パッチ P 1 内の画像が基準フレーム F r N の座標空間に変換されて、座標変換済みフレーム F r T 0 が得られる。

【 0 0 4 5 】

時空間補間手段 4 は、フレーム F r N + 1 に対して補間演算を施して第 1 の補間フレーム F r H 1 を取得する。具体的には、まず図 9 に示すように、最終的に必要な画素数を有する統合画像（本実施形態においては、フレーム F r N、F r N + 1 の縦横それぞれ 2 倍の画素数を有する場合について説明するが、n 倍（n：正数）の画素数を有するものであってもよい）を用意し、対応関係求出手段 2 において求められた対応関係に基づいて、フレーム F r N + 1（パッチ P 1 内の領域）の画素の画素値を統合画像上に割り当てる。この割り当てを行う関数を Π とすると、下記の式（10）によりフレーム F r N + 1 の各画素の画素値が統合画像上に割り当てられる。

【 0 0 4 6 】

【数 6】

$$I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ}) = \Pi(FrN+1(x, y)) \quad (10)$$

但し、 $I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ})$ ：統合画像上に割り当てられたフレーム F r N + 1 の画素値

$FrN+1(x, y)$ ：フレーム F r N + 1 の画素値

このように統合画像上にフレーム F r N + 1 の画素値を割り当てることにより画素値 $I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ})$ を得、各画素について $I1(x^{\circ}, y^{\circ}) (= I1N+1(x^{\circ}, y^{\circ}))$ の画素値を有する第 1 の補間フレーム F r H 1 を取得する。

【 0 0 4 7 】

ここで、画素値を統合画像上に割り当てる際に、統合画像の画素数とフレーム

F r N + 1 の画素数との関係によっては、フレーム F r N + 1 上の各画素が統合画像の整数座標（すなわち画素値が存在すべき座標）に対応しない場合がある。本実施形態においては、後述するように合成時において統合画像の整数座標における画素値を求めるものであるが、以下、合成時の説明を容易にするために統合画像の整数座標における画素値の算出について説明する。

【 0 0 4 8 】

統合画像の整数座標における画素値は、統合画像の整数座標に隣接する 8 近傍の整数座標に囲まれた領域を設定し、この領域内に割り当てられたフレーム F r N + 1 上の各画素の画素値の荷重和として求める。

【 0 0 4 9 】

すなわち、図 1 0 に示すように統合画像における整数座標 $p(x, y)$ については、その 8 近傍の整数座標 $p(x-1, y-1)$, $p(x, y-1)$, $p(x+1, y-1)$, $p(x-1, y)$, $p(x+1, y)$, $p(x-1, y+1)$, $p(x, y+1)$, $p(x+1, y+1)$ に囲まれる領域内に割り当てられたフレーム F r N + 1 の画素値に基づいて算出する。ここで、フレーム F r N + 1 の k 個の画素値が 8 近傍の画素に囲まれる領域内に割り当てられ、割り当てられた各画素の画素値を $I 1 N + 1 i(x^{\circ}, y^{\circ})$ ($1 \leq i \leq k$) とすると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I 1 N + 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は、下記の式 (1 1) により算出することができる。なお、式 (1 1) において Φ は荷重和演算を表す関数である。

【 0 0 5 0 】

【数 7】

$$\begin{aligned}
 I 1 N + 1(x^{\wedge}, y^{\wedge}) &= \Phi(I 1 N + 1(x^{\circ}, y^{\circ})) \\
 &= \{(M_1 \times I 1 N + 1 i(x^{\circ}, y^{\circ}) + M_2 \times I 1 N + 1 2(x^{\circ}, y^{\circ}) + \dots + M_k \times I 1 N + 1 k(x^{\circ}, y^{\circ}))\} / (M_1 + M_2 + \dots + M_k) \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^k M_i \times I 1 N + 1 i(x^{\circ}, y^{\circ})}{\sum_{i=1}^k M_i} \quad (11)
 \end{aligned}$$

但し、 M_i ($1 \leq i \leq k$) : 画素値 $I 1 N + 1 i(x^{\circ}, y^{\circ})$ が割り当てら

れた位置における近傍の整数画素から見た座標内分比の積

ここで、簡単のため、図 1 0 を用いて 8 近傍の画素に囲まれる領域内にフレーム $Fr N + 1$ の 2 つの画素値 $I 1 N + 1 1$, $I 1 N + 1 2$ が割り当てられた場合について考えると、整数座標 $p(x, y)$ における画素値 $I 1 N + 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は下記の式 (1 2) により算出することができる。

【0 0 5 1】

【数 8】

$$I 1 N + 1(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \frac{1}{M 1 + M 2} = (M 1 \times I 1 N + 1 1 + M 2 \times I 1 N + 1 2) \quad (12)$$

但し、 $M 1 = u \times v$ 、 $M 2 = (1 - s) \times (1 - t)$

そして、統合画像の全ての整数座標について、フレーム $Fr N + 1$ の画素値を割り当てることにより画素値 $I 1 N + 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を得ることができる。この場合、第 1 の補間フレーム $Fr H 1$ の各画素値 $I 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は $I 1 N + 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ となる。

【0 0 5 2】

なお、上記ではフレーム $Fr N + 1$ に対して補間演算を施して第 1 の補間フレーム $Fr H 1$ を取得しているが、フレーム $Fr N + 1$ とともに基準フレーム $Fr N$ をも用いて第 1 の補間フレーム $Fr H 1$ を取得してもよい。この場合、基準フレーム $Fr N$ の画素は、統合画像の整数座標に補間されて直接割り当てられることとなる。

【0 0 5 3】

空間補間手段 5 は、基準フレーム $Fr N$ に対して、統合画像上のフレーム $Fr N + 1$ の画素が割り当てられた座標（実数座標 (x°, y°) ）に画素値を割り当てる補間演算を施すことにより、第 2 の補間フレーム $Fr H 2$ を取得する。ここで、第 2 の補間フレーム $Fr H 2$ の実数座標の画素値を $I 2(x^{\circ}, y^{\circ})$ とすると、画素値 $I 2(x^{\circ}, y^{\circ})$ は下記の式 (1 3) により算出される。

【0 0 5 4】

【数 9】

$$I2(x^{\circ}, y^{\circ}) = f(FrN(x, y)) \quad (13)$$

但し、 f : 補間演算の関数

なお、補間演算としては、線形補間演算、スプライン補間演算等の種々の補間演算を用いることができる。

【0 0 5 5】

また、本実施形態においては、合成フレーム FrG は基準フレーム FrN の縦横それぞれ 2 倍の画素数であるため、基準フレーム FrN に対して縦横方向に画素数を 2 倍とする補間演算を施すことにより、統合画像の画素数と同一の画素数を有する第 2 の補間フレーム $FrH2$ を取得してもよい。この場合、補間演算により得られる画素値は統合画像における整数座標の画素値であり、この画素値を $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とすると、画素値 $I2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ は下記の式 (14) により算出される。

【0 0 5 6】

【数 1 0】

$$I2(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = f(FrN(x, y)) \quad (14)$$

相関値算出手段 6 は、座標変換済みフレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との相対応する画素同士の相関値 $d0(x, y)$ を算出する。具体的には下記の式 (15) に示すように、座標変換済みフレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値 $FrT0(x, y)$ 、 $FrN(x, y)$ との差の絶対値を相関値 $d0(x, y)$ として算出する。なお、相関値 $d0(x, y)$ は座標変換済みフレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との相関が大きいほど小さい値となる。

【0 0 5 7】

【数 1 1】

$$d0(x, y) = |FrT0(x, y) - FrN(x, y)| \quad (15)$$

なお、本実施形態では座標変換済みフレーム $FrT0$ と基準フレーム FrN との対応する画素における画素値 $FrT0(x, y)$ 、 $FrN(x, y)$ との差の絶対値を相関値 $d0(x, y)$ として算出しているが、差の二乗を相関値として算出してもよい。また、相関値を画素毎に算出しているが、座標変換済みフレーム $FrT0$ および基準フレーム FrN を複数の領域に分割し、領域内の全画素値の平均値または加算値を算出して、領域単位で相関値を得てもよい。また、画素毎に算出された相関値 $d0(x, y)$ のフレーム全体についての平均値または加算値を算出して、フレーム単位で相関値を得てもよい。また、座標変換済みフレーム $FrT0$ および基準フレーム FrN のヒストグラムをそれぞれ算出し、座標変換済みフレーム $FrT0$ および基準フレーム FrN のヒストグラムの平均値、メディアン値または標準偏差の差分値、もしくはヒストグラムの差分値の累積和を相関値として用いてもよい。また、基準フレーム FrN に対する座標変換済みフレーム $FrT0$ の動きを表す動きベクトルを基準フレーム FrN の各画素または小領域毎に算出し、算出された動ベクトルの平均値、メディアン値または標準偏差を相関値として用いてもよく、動ベクトルのヒストグラムの累積和を相関値として用いてもよい。

【0 0 5 8】

重み算出手段 7 は、相関値算出手段 6 により算出された相関値 $d0(x, y)$ から第 1 の補間フレーム $FrH1$ および第 2 の補間フレーム $FrH2$ を重み付け加算する際の重み係数 $\alpha(x, y)$ を取得する。具体的には、図 1 1 に示すテーブルを参照して重み係数 $\alpha(x, y)$ を取得する。なお、図 1 1 に示すテーブルは、相関値 $d0(x, y)$ が小さい、すなわち座標変換済みフレーム $FrT0$ および基準フレーム FrN の相関が大きいほど、重み係数 $\alpha(x, y)$ の値が 1 に近いものとなる。なお、ここでは相関値 $d0(x, y)$ は 8 ビットの値をとるものとする。

【0 0 5 9】

さらに、重み算出手段 7 は、フレーム $F r N + 1$ を統合画像上に割り当てた場合と同様に重み係数 $\alpha(x, y)$ を統合画像上に割り当てることにより、フレーム $F r N + 1$ の画素が割り当てられた座標（実数座標）における重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ を算出する。具体的には、空間補間手段 5 における補間演算と同様に、重み係数 $\alpha(x, y)$ に対して、統合画像上のフレーム $F r N + 1$ の画素が割り当てられた座標（実数座標 (x°, y°) ）に画素値を割り当てる補間演算を施すことにより、重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ を取得する。

【0060】

なお、統合画像の上記実数座標における重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ を補間演算により算出することなく、基準フレーム $F r N$ を統合画像のサイズとなるように拡大または等倍して拡大または等倍基準フレームを取得し、統合画像におけるフレーム $F r N + 1$ の画素が割り当てられた実数座標の最近傍に対応する拡大または等倍基準フレームの画素について取得された重み係数 $\alpha(x, y)$ の値をその実数座標の重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ として用いてもよい。

【0061】

さらに、統合画像の整数座標における画素値 $I 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ 、 $I 2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ が取得されている場合には、統合画像上に割り当てた重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ について上記と同様に荷重和を求めることにより、統合画像の整数座標における重み係数 $\alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を算出すればよい。

【0062】

合成手段 8 は、第 1 の補間フレーム $F r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F r H 2$ を重み算出手段 7 により算出された重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ に基づいて重み付け加算するとともに荷重和演算を行うことにより、統合画像の整数座標において画素値 $F r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する合成フレーム $F r G$ を取得する。具体的には、下記の式 (16) により第 1 の補間フレーム $F r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F r H 2$ の対応する画素の画素値 $I 1(x^{\circ}, y^{\circ})$ 、 $I 2(x^{\circ}, y^{\circ})$ を重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ により重み付け加算するとともに荷重和演算を行い合成フレーム $F r G$ の画素値 $F r G(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得する。

【0063】

【数 1 2】

$$\text{FrG}(\hat{x}, \hat{y}) = \frac{\sum_{i=1}^k M_i \times [I_{2i}(x^\circ, y^\circ) + \alpha_i(x^\circ, y^\circ) \times \{I_{1i}(x^\circ, y^\circ) - I_{2i}(x^\circ, y^\circ)\}]}{\sum_{i=1}^k M_i} \quad (16)$$

なお、式(16)において、 k は合成フレーム FrG すなわち統合画像の整数座標 (\hat{x}, \hat{y}) の8近傍の整数座標に囲まれる領域に割り当てられたフレーム $\text{FrN}+1$ の画素の数であり、この割り当てられた画素がそれぞれ画素値 $I_1(x^\circ, y^\circ)$ 、 $I_2(x^\circ, y^\circ)$ および重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ を有するものである。

【0064】

本実施形態においては、基準フレーム FrN と座標変換済みフレーム FrT0 との相関が大きいほど、第1の補間フレーム FrH1 の重み付けが大きくされて、第1の補間フレーム FrH1 および第2の補間フレーム FrH2 の重み付け加算が行われる。

【0065】

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値に対して前述した空間補間手段5と同様の補間演算を施して、割り当てられなかった整数座標の画素値を算出すればよい。

【0066】

また、上記では輝度成分 Y についての合成フレーム FrG を求める処理について説明したが、色差成分 C_b 、 C_r についても同様に合成フレーム FrG が取得される。そして、輝度成分 Y から求められた合成フレーム $\text{FrG}(Y)$ および色差成分 C_b 、 C_r から求められた合成フレーム $\text{FrG}(C_b)$ 、 $\text{FrG}(C_r)$ を合成することにより、最終的な合成フレームが得られることとなる。なお、処理の高速化のためには、輝度成分 Y についてのみ基準フレーム FrN とフレーム $\text{FrN}+1$ との対応関係を求め、色差成分 C_b 、 C_r については輝度成分 Y について求められた対応関係に基づいて処理を行うことが好ましい。

【 0 0 6 7 】

また、統合画像の整数座標について画素値を有する第 1 の補間フレーム $F r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F r H 2$ 並びに整数座標の重み係数 $\alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得した場合には、下記の式 (17) により第 1 の補間フレーム $F r H 1$ および第 2 の補間フレーム $F r G 2$ の対応する画素の画素値 $I 1(x^{\wedge}, y^{\wedge})$, $I 2(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を重み係数 $\alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ により重み付け加算して合成フレーム $F r G$ の画素値 $F r G(x, y)$ を取得すればよい。

【 0 0 6 8 】

【数 1 3】

$$FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \times I1(x^{\wedge}, y^{\wedge}) + \{1 - \alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})\} \times I2(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \quad (17)$$

図 1 2 は、本実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。なお、ここでは統合画像のフレーム $F r N + 1$ の画素が割り当てられた実数座標について第 1 の補間フレーム $F r H 1$ 、第 2 の補間フレーム $F r H 2$ および重み係数 $\alpha(x^{\circ}, y^{\circ})$ を取得するものとして説明する。図 1 2 に示すように、本実施形態の動画像合成装置の動作は、動画像データ $M 0$ が入力される (S 2) ことから始まる。動画像データ $M 0$ から合成フレームを作成するため、サンプリング手段 1 の条件設定手段 1 4 を介して倍率、フレームレート、圧縮クオリティが入力される (S 4) と、サンプリング手段 1 のサンプリング実行手段 1 6 は、記憶手段 1 2 に記憶されたフレーム数決定テーブルを参照し、条件設定手段 1 4 を介して入力された倍率、フレームレート、圧縮クオリティに対応した、サンプリングすべきフレームの数 S を検出して、 S 枚の連続したフレームを動画像データ $M 0$ からサンプリングして対応関係求出手段 2 に出力する (S 6)。対応関係求出手段 2 は、 S 枚のフレームのうちの基準フレーム $F r N$ 上に基準パッチを配置する (S 8) と共に、フレーム $F r N + 1$ 上に基準パッチと同様のパッチを配置して、パッチ内の画像と、基準パッチ内の画像との相関値 E が収束するまで、パッチを移動および変形する (S 1 2、S 1 4)。中止手段 1 0 は、収束時の相関値 E の和を求め、 E の和が所定の閾値より高ければ (すなわち、このフレームと基準フレームとの相関が所定の閾値より低くければ)、対応関係求出手段 2 の処理

を中止させ、すなわち、処理中のフレーム以降のフレームに対する対応関係の求
出処理を中止させることによって、動画像合成装置の処理を、座標変換手段 3 等
からなるフレーム統合手段の処理に移行させる（S 1 6 : N o、S 3 0 ~ S 4 0
）。

【 0 0 6 9 】

一方、中止手段 1 0 により中止されなければ、対応関係求出手段 2 は、サンプ
リング手段 1 によりサンプリングした S 枚のフレームのうち、基準フレームを除
く全てのフレームと基準フレームとの対応関係を求めて、フレーム統合手段に供
する（S 1 6 : N o、S 1 8、S 2 0 : Y e s、S 2 5）。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 3 0 からステップ S 4 0 までは、座標変換手段などからなるフレー
ム統合手段の動作を示している。ここでも、説明上の便宜のため、例として、対
応関係求出手段 2 からフレーム F r N + 1 のみについて基準フレーム F r N との
対応関係が求められたとして説明をする。

【 0 0 7 1 】

対応関係求出手段 2 により求められた対応関係に基づいて、座標変換手段 3 に
よりフレーム F r N + 1 が基準フレーム F r N の座標空間に変換されて座標変換
済みフレーム F r T 0 が取得される（S 3 0）。そして、相関値算出手段 6 によ
り座標変換済みフレーム F r T 0 と基準フレーム F r N との対応する画素の相関
値 $d_0(x, y)$ が算出される（S 3 2）。さらに、相関値 d_0 に基づいて重み
算出手段 7 により重み係数 $\alpha(x^\circ, y^\circ)$ が算出される（S 3 4）。

【 0 0 7 2 】

一方、求められた対応関係に基づいて、時空間補間手段 4 により第 1 の補間フ
レーム F r H 1 が取得され（S 3 6）、空間補間手段 5 により第 2 の補間フ
レーム F r H 2 が取得される（S 3 8）。

【 0 0 7 3 】

なお、S 3 6 ~ S 3 8 の処理を先に行ってもよく、ステップ S 3 0 ~ S 3 4 の
処理およびステップ S 3 6 ~ S 3 8 の処理を並列に行ってもよい。

【 0 0 7 4 】

そして、合成手段 8 において上記式 (16) により第 1 の補間フレーム FrH_1 の画素 $I_1(x^{\circ}, y^{\circ})$ と第 2 の補間フレーム FrH_2 の画素 $I_2(x^{\circ}, y^{\circ})$ とが合成されて、画素 $FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ からなる合成フレーム FrG が取得され (S40)、処理を終了する。

【0075】

上述において、説明上の便宜のため、対応関係求出手段 2 により $FrN+1$ のみについて基準フレーム FrN との対応関係が求められ、フレーム統合手段は、基準フレーム FrN と $FrN+1$ との 2 つのフレームを用いて合成フレームを作成することについて説明したが、例えば T 個 ($T \geq 3$) のフレーム $FrN+t'$ ($0 \leq t' \leq T-1$) から合成フレーム FrG を取得する場合 (すなわち、対応関係求出手段 2 により 2 つ以上のフレームと基準フレームとの対応関係が求められた場合)、基準フレーム $FrN (= FrN+0)$ 以外の他のフレーム $FrN+t$ ($1 \leq t \leq T-1$) について、統合画像上に画素値を割り当てて複数の第 1 の補間フレーム FrH_{1t} を得る。なお、第 1 の補間フレーム FrH_{1t} の画素値を $I_{1t}(x^{\circ}, y^{\circ})$ とする。

【0076】

また、基準フレーム FrN に対して、統合画像上のフレーム $FrN+t$ の画素が割り当てられた座標 (実数座標 (x°, y°)) に画素値を割り当てる補間演算を施すことにより、フレーム $FrN+t$ に対応した第 2 の補間フレーム FrH_{2t} を取得する。なお、第 2 の補間フレーム FrH_{2t} の画素値を $I_{2t}(x^{\circ}, y^{\circ})$ とする。

【0077】

さらに、求められた対応関係に基づいて、対応する第 1 および第 2 の補間フレーム FrH_{1t} , FrH_{2t} を重み付け加算する重み係数 $\alpha_t(x^{\circ}, y^{\circ})$ を取得する。

【0078】

そして、互いに対応する第 1 および第 2 の補間フレーム FrH_{1t} , FrH_{2t} を重み係数 $\alpha_t(x^{\circ}, y^{\circ})$ により重み付け加算するとともに荷重和演算を行うことにより、統合画像の整数座標において画素値 $FrG_t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を

有する中間合成フレーム $FrGt$ を取得する。具体的には、下記の式 (18) により第1の補間フレーム $FrH1t$ および第2の補間フレーム $FrG2t$ の対応する画素の画素値 $I1t(x^{\circ}, y^{\circ})$, $I2t(x^{\circ}, y^{\circ})$ を対応する重み係数 $\alpha t(x^{\circ}, y^{\circ})$ により重み付け加算するとともに荷重和演算を行い、中間合成フレーム $FrGt$ の画素値 $FrGt(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得する。

【0079】

【数14】

$$FrGt(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \frac{\sum_{i=1}^k Mt_i \times [I2t_i(x^{\circ}, y^{\circ}) + \alpha t_i(x^{\circ}, y^{\circ}) \times \{I1t_i(x^{\circ}, y^{\circ}) - I2t_i(x^{\circ}, y^{\circ})\}]}{\sum_{i=1}^k Mt_i} \quad (18)$$

なお、式 (18) において、 k は中間合成フレーム $FrGt$ すなわち統合画像の整数座標 (x^{\wedge}, y^{\wedge}) の8近傍の整数座標に囲まれる領域に割り当てられたフレーム $FrN+t$ の画素の数であり、この割り当てられた画素がそれぞれ画素値 $I1t(x^{\circ}, y^{\circ})$, $I2t(x^{\circ}, y^{\circ})$ および重み係数 $\alpha t(x^{\circ}, y^{\circ})$ を有するものである。

【0080】

そして、中間合成フレーム $FrGt$ を加算することにより合成フレーム FrG を取得する。具体的には、下記の式 (19) により中間合成フレーム $FrGt$ を対応する画素同士で加算することにより、合成フレーム FrG の画素値 $FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得する。

【0081】

【数15】

$$FrG(x^{\wedge}, y^{\wedge}) = \sum_{t=1}^{T-1} FrGt(x^{\wedge}, y^{\wedge}) \quad (19)$$

なお、統合画像の全ての整数座標に画素値を割り当てることができない場合がある。このような場合は、割り当てられた画素値に対して前述した空間補間手段5と同様の補間演算を施して、割り当てられなかった整数座標の画素値を算出す

ればよい。

【0082】

また、3以上の複数のフレームから合成フレーム $F_r G$ を取得する場合、統合画像の整数座標について画素値を有する第1の補間フレーム $F_r H1 t$ および第2の補間フレーム $F_r H2 t$ 並びに整数座標の重み係数 $\alpha t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を取得してもよい。この場合、各フレーム $F_r N+t$ ($1 \leq t \leq T-1$) について、各フレーム $F_r N+t$ の画素値 $F_r N+t(x, y)$ を統合座標の全ての整数座標に割り当てて画素値 $I1 N+t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ すなわち画素値 $I1 t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を有する第1の補間フレーム $F_r H1 t$ を取得する。そして、全てのフレーム $F_r N+t$ について割り当てられた画素値 $I1 t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ と第2の補間フレーム $F_r H2 t$ の画素値 $I2 t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とを加算することにより複数の中間合成フレーム $F_r G t$ を取得し、これらをさらに加算して合成フレーム $F_r G$ を取得すればよい。

【0083】

具体的には、まず、下記の式(20)に示すように、全てのフレーム $F_r N+t$ について、統合画像の整数座標における画素値 $I1 N+t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ を算出する。そして、式(21)に示すように、画素値 $I1 t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ と画素値 $I2 t(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ とを重み係数 $\alpha(x^{\wedge}, y^{\wedge})$ により重み付け加算することにより中間合成フレーム $F_r G t$ を得る。そして、上記式(20)に示すように、中間合成フレーム $F_r G t$ を加算することにより合成フレーム $F_r G$ を取得する。

【0084】

【数 1 6】

$$\begin{aligned}
 I1N+t(\hat{x},\hat{y}) &= \Phi(I1N+t(x^{\circ},y^{\circ})) \\
 &= \{(M1 \times I1N+t1(x^{\circ},y^{\circ})+M2 \times I1N+t2(x^{\circ},y^{\circ})+\dots+Mk \times I1N+tk(x^{\circ},y^{\circ}))\} / (M1+M2+\dots+Mk) \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^k Mi \times I1N+ti(x^{\circ},y^{\circ})}{\sum_{i=1}^k Mi} \quad (20)
 \end{aligned}$$

但し、 $I1N+t(x^{\circ},y^{\circ}) = \Pi(FrN+t(x,y))$

$$FrGt(\hat{x},\hat{y}) = \alpha t(\hat{x},\hat{y}) \times I1t(\hat{x},\hat{y}) + \{1 - \alpha t(\hat{x},\hat{y})\} \times I2t(\hat{x},\hat{y}) \quad (21)$$

なお、3以上の複数のフレームから合成フレームFrGを取得する場合、座標変換済みフレームFrT0は複数取得されるため、相関値および重み係数もフレーム数に対応して複数取得される。この場合、複数取得された重み係数の平均値や中間値を対応する第1および第2の補間フレームFrH1、FrH2を重み付け加算する際の重み係数としてもよい。

【0085】

このように、本実施形態の動画像合成装置において、サンプリング手段1は、動画像データM0の圧縮クオリティおよびフレームレートと、合成しようとする合成フレームの画素サイズが動画像のフレームの画素サイズに対する倍率とに基づいてサンプリングするフレームの数を決定するようにしているので、操作者が手動でフレームの数を決定する必要がなく、便利である。また、動画像と作成しようとする合成フレームとの画像特性に基づいてフレームの数を決定することによって、客観的に適切なフレームの数を決定することができ、高品質の合成フレームを作成することができる。

【0086】

また、本実施形態の動画像合成装置において、サンプリングしたS枚のフレームに対して、基準フレームFrNに近い基準フレーム以外の他のフレームから順に、他のフレーム上のパッチ内の画素と基準フレーム上の基準パッチ上内の画素との対応関係を求めると共に、他のフレームと基準フレームとの相関を求め、相関が所定の閾値より大きければ、次の他のフレームに対して対応関係を求める処

理を続行するが、相関が所定の閾値より低くなったフレームを検出すると、決定されたフレームの数に到達していなくても、このフレーム以降の他のフレームに対する対応関係求出处理を中止するようにすることによって、基準フレームと相関が低いフレーム（例えば基準フレームのシーンと切り替わったシーンにフレーム）を用いて合成フレームを作成することを避けることができ、より高品質の合成フレームを作成することを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態による動画像合成装置の構成を示すブロック図

【図 2】

図 1 に示す動画像合成装置のサンプリング手段 1 の構成を示すブロック図

【図 3】

フレーム数決定テーブルの一例を示す図

【図 4】

フレーム $F r N + 1$ と基準フレーム $F r N$ との対応関係の求出を説明するための図

【図 5】

パッチの変形を説明するための図

【図 6】

図 1 に示す動画像合成装置の中止手段 1 0 の構成を示すブロック図

【図 7】

パッチ $P 1$ と基準パッチ $P 0$ との対応関係を説明するための図

【図 8】

双 1 次内挿を説明するための図

【図 9】

フレーム $F r N + 1$ の統合画像への割り当てを説明するための図

【図 1 0】

統合画像における整数座標の画素値の算出を説明するための図

【図 1 1】

重み係数を求めるテーブルを示す図

【図 1 2】

図 1 に示す動画像合成装置において行われる処理を示すフローチャート

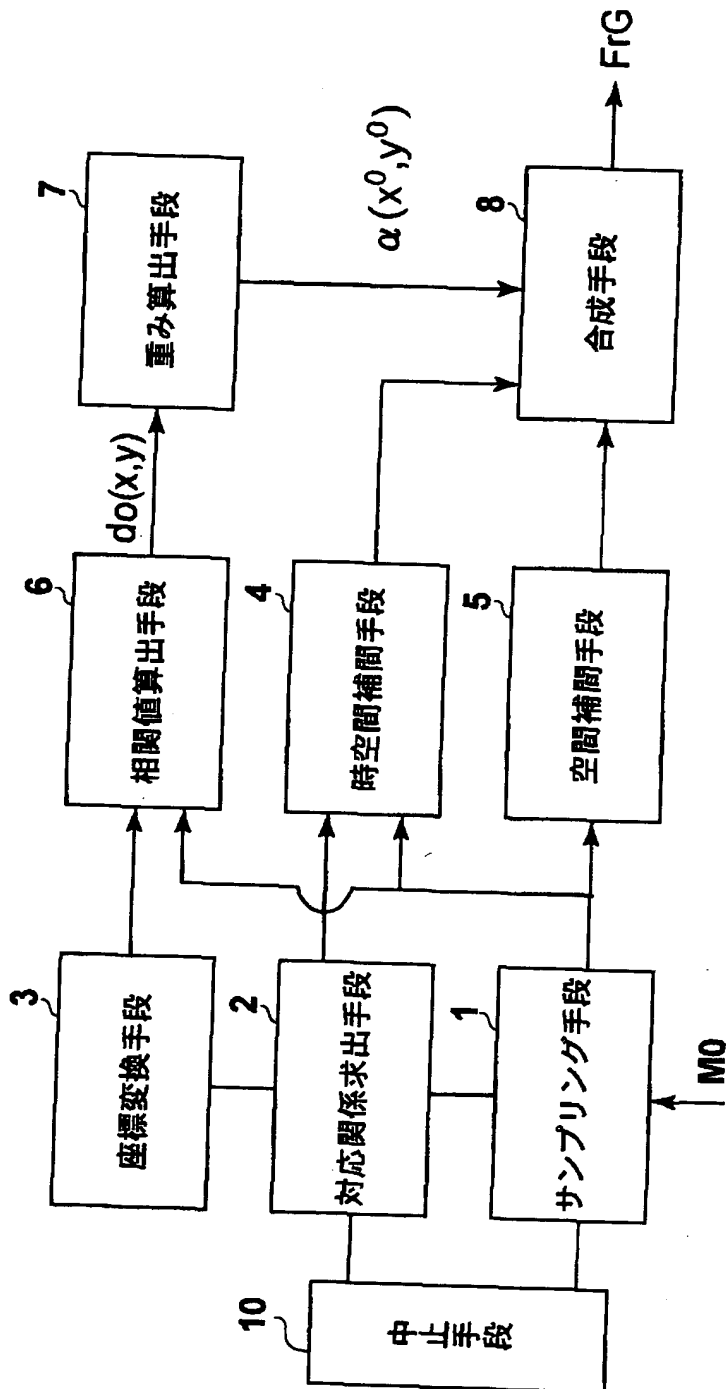
【符号の説明】

- 1 サンプルング手段
- 2 対応関係求出手段
- 3 座標変換手段
- 4 時空間補間手段
- 5 空間補間手段
- 6 相関値算出手段
- 7 重み算出手段
- 8 合成手段
- 1 0 中止手段
- 1 2 記憶手段
- 1 4 条件設定手段
- 1 6 サンプルング実行手段
- 2 2 相関取得手段
- 2 4 中止実行手段

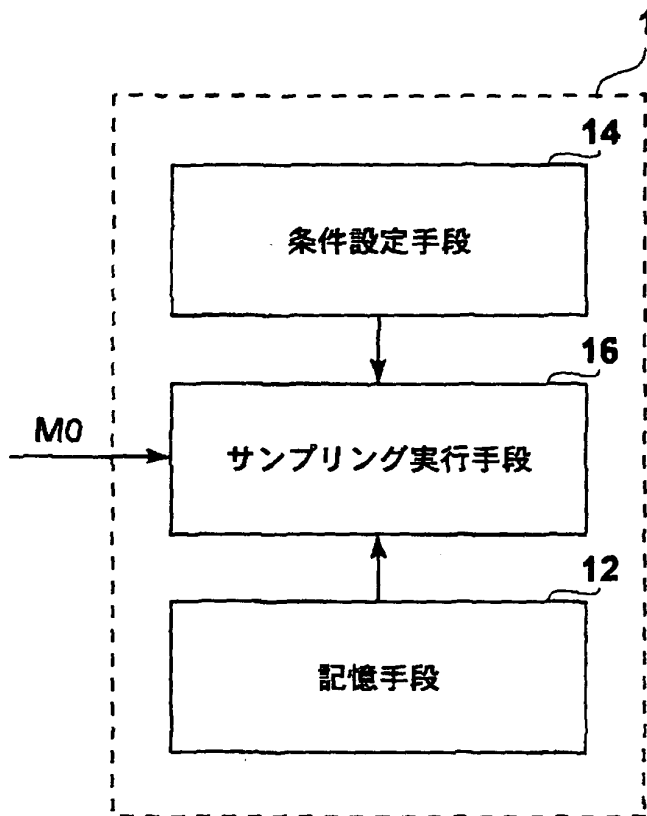
【書類名】

図面

【図 1】



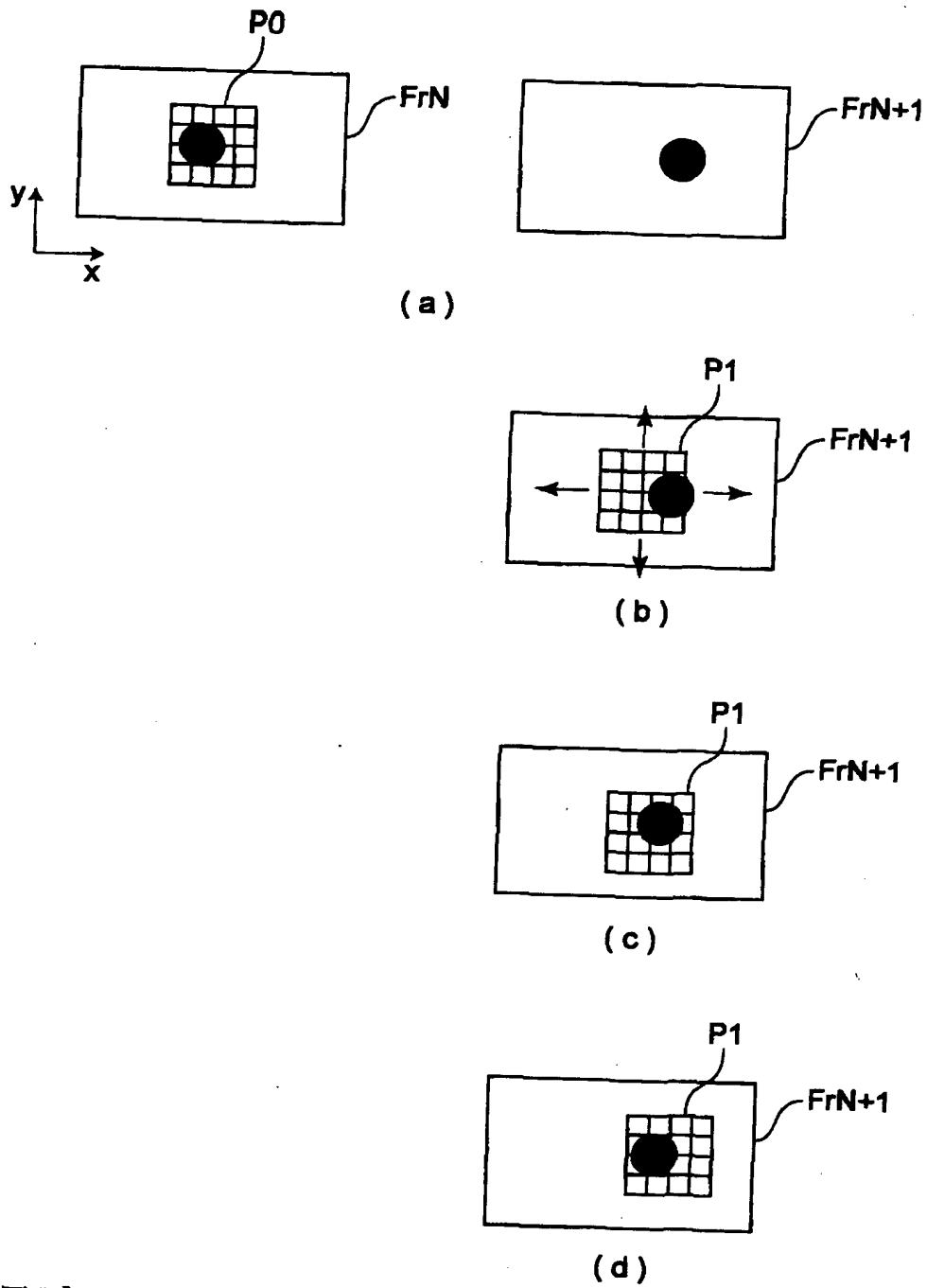
【図 2】



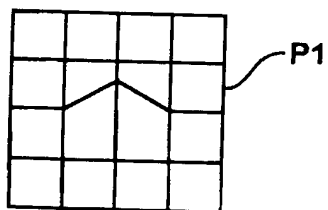
【図 3】

倍率	フレームレート	圧縮クオリティ	フレーム数S
2	10	高	3
2	10	中	4
2	10	低	5
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
20	10	高	30
20	10	中	30
20	10	低	30
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

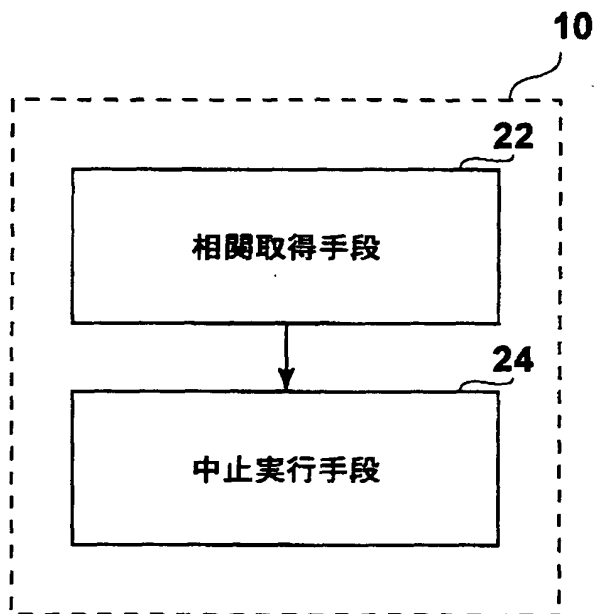
【図 4】



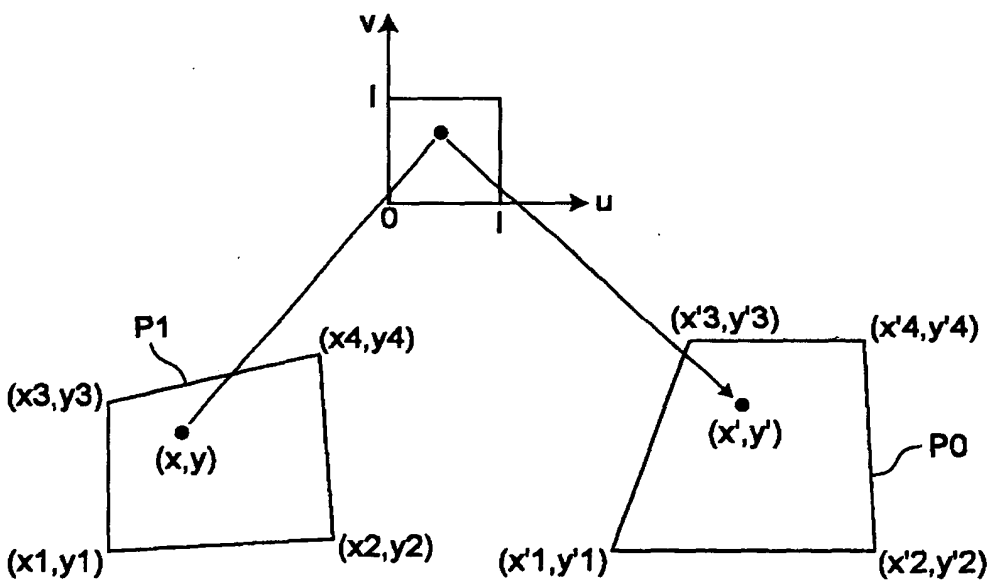
【図 5】



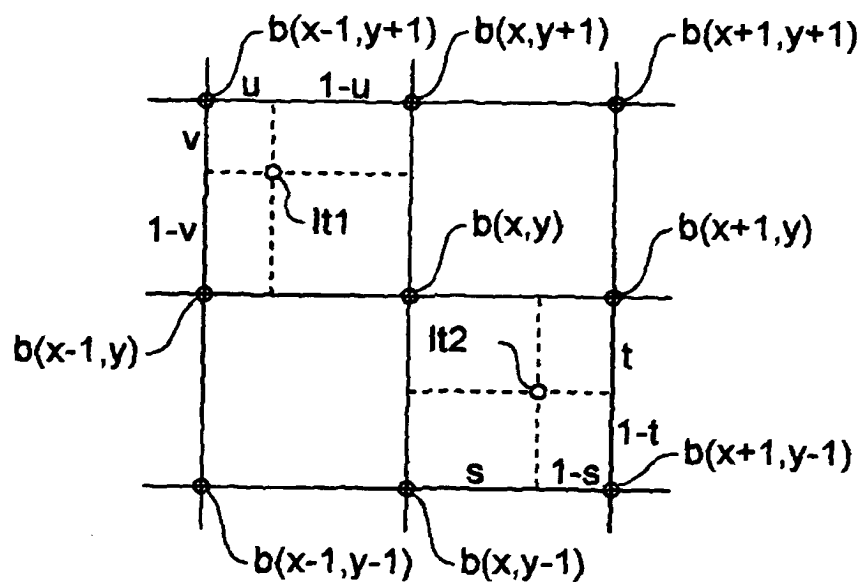
【図 6】



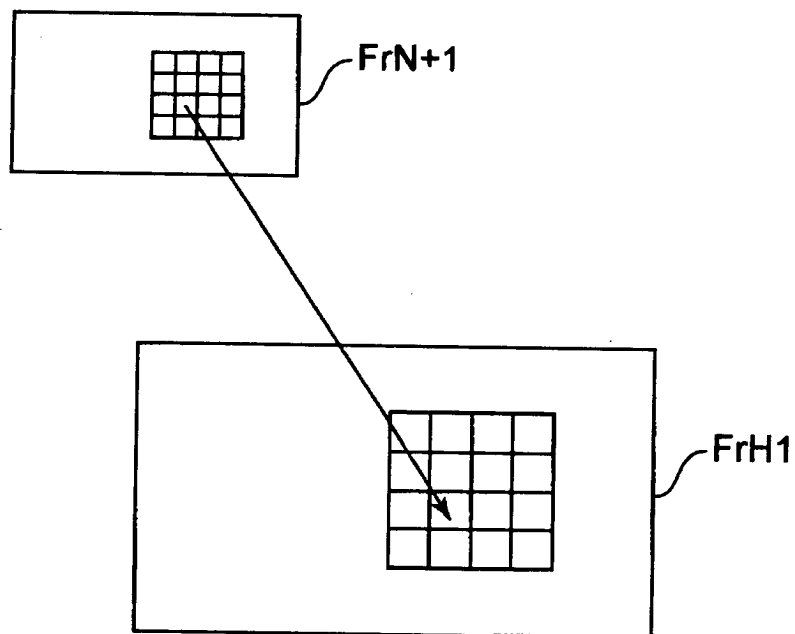
【図 7】



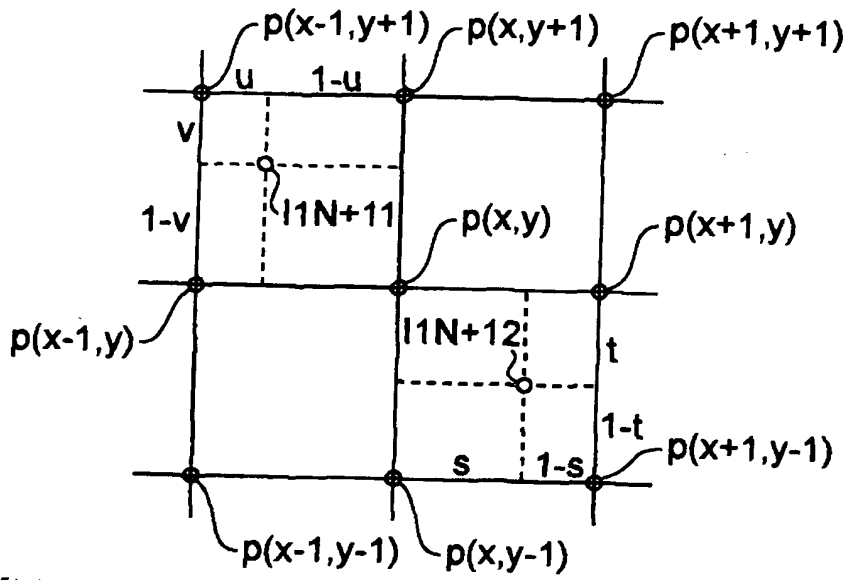
【図 8】



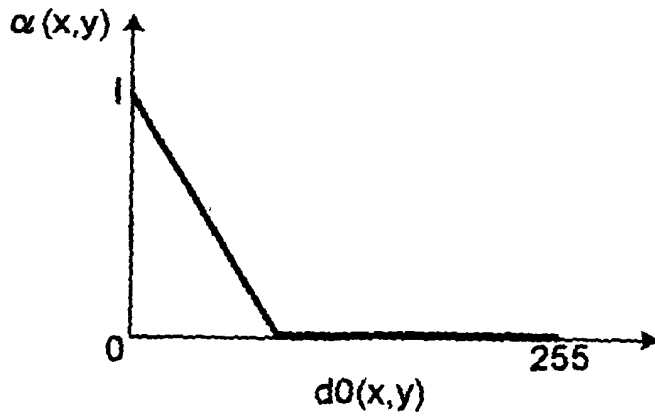
【図 9】



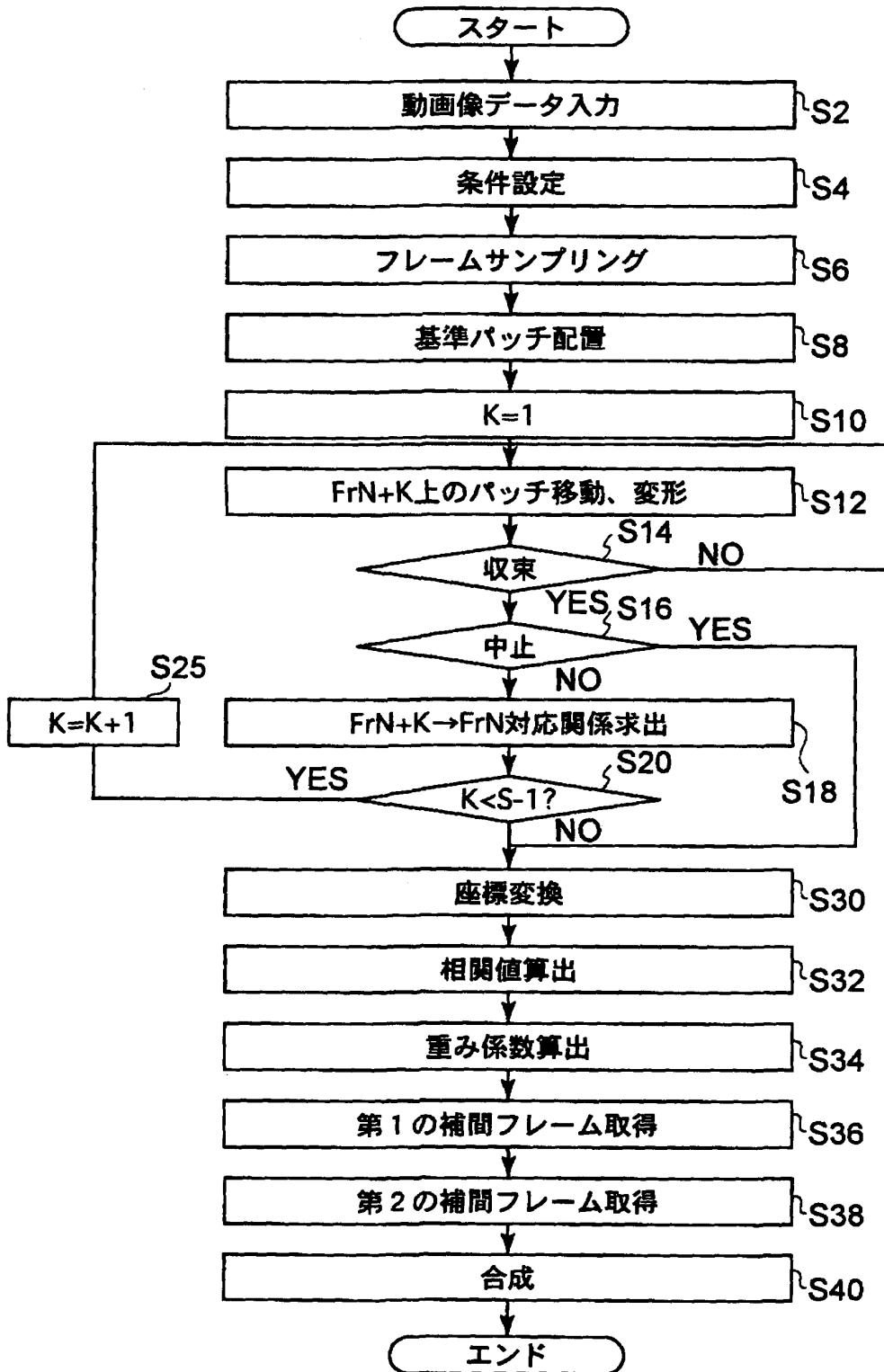
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動画像の連続する複数のフレームをサンプリングして高精細な合成フレームを作成する。

【解決手段】 サンプリング手段 1 は、動画像データ M 0 および合成フレームの画像特性に基づいてサンプリングするフレームの数 S を決定して、基準フレーム F r N を含む S 枚のフレームをサンプリングする。対応関係求出手段 2 は、S 枚のフレームのうち、基準フレームに近い他のフレームから順に、他のフレームと基準フレームとの対応関係を求める。中止手段 1 0 は、対応関係求出手段 2 により基準フレームとの対応関係が求められる他のフレームについて、このフレームと基準フレームとの相関を求め、相関が所定の閾値より低ければ、このフレーム以降の他のフレームに対する対応関係の求出处理を中止させる。対応関係求出手段 2 により求められた対応関係に基づいて、合成フレームが作成される。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 8 4 1 2 6
受付番号	5 0 2 0 1 4 5 7 0 4 7
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 8 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月27日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 3 新横 浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 3 新横 浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フイルム株式会社